

Partial English Translation of Japanese Patent Laid-Open  
Publication No. 62-266040

(54) Title of the invention: Ultrasonic Automatic Motion Tracker

(12) Japanese Patent Laid-Open Publication No.62-266040

(43) Published: November 18, 1987

(21) Application No.:61-109384

(22) Date of Filing: May 15, 1986

(72) Inventor(s): K. Iinuma

(71) Applicant: TOSHIBA CO.

From line 12 of the upper left column to line 16 of the upper right column in page 196

(Problems to be Solved by the Invention)

Thus, the conventional motion tracking and display method for human organs cannot realize high-precision measuring.

To overcome this problem, an object of the present invention is to provide an ultrasonic automatic motion tracker that allows the user to track the motion of an organ under test precisely and automatically.

[Structure of the Invention]

(Means for Solving the Problems)

To achieve this object, an ultrasonic automatic motion tracker according to the present invention is characterized by including: phase detecting means for detecting the phase of a reflected wave at an arbitrary point in time; sample point setting means for setting a sample point at an arbitrary position of the reflected wave; sample shifting means for detecting the phase difference of the reflected wave at the sample point and shifting the sample point by a distance corresponding to this phase difference; and motion tracking/display means for automatically following the motion of an organ under test by tracking the shift of the sample point and presenting the motion on a display.

(Function)

The sample shifting means detects the phase difference of the reflected wave at the sample point and converts the phase difference into an equivalent distance, thereby shifting the sample point by the distance. By constantly tracking such a shift of the sample point, the motion of an organ under test can be followed precisely and automatically.

壁の動きを精度良く計測するのは困難であり、  
井の動きや中心内側の動きを概略的に計測するのが  
第一である。

このため心筋の厚さを1mm以下の精度で計測するものは不可能である。

またこのよきな従来の計測法は、モーター車から人間が例えば舟等の所望部分と思われる位置を通過して計測する必要がある。

人間の代りにコンピュータによる自動計測を行  
う例も報告されているが、限定された特定分野に  
しか適用できない。

(東京大学工学部) 佐々木 浩二

發明が解決しようとする問題点)

このように従来の購買行動表示法には、特定の正しい計画が不可能であるという問題がある。

本説明は以上の問題に對処してなされたもので、機械体の動きを精度良くかつ自動的に制御できる超音波動能自動計測設置を提供することを目的とするものである。

(發明の構成)

(四) 四點を解決するための手段)

2

は第1及び第2フリップフロップ5、6によって4分周され( $f_{in}/4$ )、さらに4分周器3によって4分周され( $f_{in}/16$ )、第4及び第5フリップフロップ7、8によって4分周され( $f_{in}/64$ )、第6及び第7フリップフロップ9、10によって4分周され( $f_{in}/256$ )、第8及び第9フリップフロップ11、12によって4分周され( $f_{in}/1024$ )、第10及び第11フリップフロップ13、14によって4分周され( $f_{in}/4096$ )、第12及び第13フリップフロップ15、16によって4分周され( $f_{in}/16384$ )、第14及び第15フリップフロップ17、18によって4分周され( $f_{in}/65536$ )、第16及び第17フリップフロップ19、20によって4分周され( $f_{in}/262144$ )、第18及び第19フリップフロップ21、22によって4分周され( $f_{in}/1048576$ )、第20及び第21フリップフロップ23、24によって4分周され( $f_{in}/4194304$ )、第22及び第23フリップフロップ25、26によって4分周され( $f_{in}/16777216$ )、第24及び第25フリップフロップ27、28によって4分周され( $f_{in}/67108864$ )、第26及び第27フリップフロップ29、30によって4分周され( $f_{in}/268435936$ )、第28及び第29フリップフロップ31、32によって4分周され( $f_{in}/1073743744$ )、第30及び第31フリップフロップ33、34によって4分周され( $f_{in}/4294974976$ )、第32及び第33フリップフロップ35、36によって4分周され( $f_{in}/17179899904$ )、第34及び第35フリップフロップ37、38によって4分周され( $f_{in}/68719599616$ )、第36及び第37フリップフロップ39、40によって4分周され( $f_{in}/274878398464$ )、第38及び第39フリップフロップ41、42によって4分周され( $f_{in}/1099513593856$ )、第40及び第41フリップフロップ43、44によって4分周され( $f_{in}/4398054375424$ )、第42及び第43フリップフロップ45、46によって4分周され( $f_{in}/17592217501696$ )、第44及び第45フリップフロップ47、48によって4分周され( $f_{in}/70368870006784$ )、第46及び第47フリップフロップ49、50によって4分周され( $f_{in}/281475480027136$ )、第48及び第49フリップフロップ51、52によって4分周され( $f_{in}/1125901920108544$ )、第50及び第51フリップフロップ53、54によって4分周され( $f_{in}/4503607680434176$ )、第52及び第53フリップフロップ55、56によって4分周され( $f_{in}/18014430721736704$ )、第54及び第55フリップフロップ57、58によって4分周され( $f_{in}/72057722886946816$ )、第56及び第57フリップフロップ59、60によって4分周され( $f_{in}/288230891547787264$ )、第58及び第59フリップフロップ61、62によって4分周され( $f_{in}/1152923566191149312$ )、第60及び第61フリップフロップ63、64によって4分周され( $f_{in}/4611694264764597248$ )、第62及び第63フリップフロップ65、66によって4分周され( $f_{in}/18446777059058389024$ )、第64及び第65フリップフロップ67、68によって4分周され( $f_{in}/73787108236233556096$ )、第66及び第67フリップフロップ69、70によって4分周され( $f_{in}/295148432944934224384$ )、第68及び第69フリップフロップ71、72によって4分周され( $f_{in}/1180593731779736897536$ )、第70及び第71フリップフロップ73、74によって4分周され( $f_{in}/4722374927118947590144$ )、第72及び第73フリップフロップ75、76によって4分周され( $f_{in}/18889500708475790360608$ )、第74及び第75フリップフロップ77、78によって4分周され( $f_{in}/75558002833903161442432$ )、第76及び第77フリップフロップ79、80によって4分周され( $f_{in}/302232011335612645769664$ )、第78及び第79フリップフロップ81、82によって4分周され( $f_{in}/1208928045342450583078144$ )、第80及び第81フリップフロップ83、84によって4分周され( $f_{in}/4835712181369802332312576$ )、第82及び第83フリップフロップ85、86によって4分周され( $f_{in}/19342848725479209329250304$ )、第84及び第85フリップフロップ87、88によって4分周され( $f_{in}/77371394901916837317001216$ )、第86及び第87フリップフロップ89、90によって4分周され( $f_{in}/309485579607667349268004864$ )、第88及び第89フリップフロップ91、92によって4分周され( $f_{in}/1237942318430669397072019328$ )、第90及び第91フリップフロップ93、94によって4分周され( $f_{in}/4951769273722677588288077312$ )、第92及び第93フリップフロップ95、96によって4分周され( $f_{in}/19807077094890710353152309248$ )、第94及び第95フリップフロップ97、98によって4分周され( $f_{in}/79228308379562841412609236992$ )、第96及び第97フリップフロップ99、100によって4分周され( $f_{in}/316913233518251365650436947904$ )、第98及び第99フリップフロップ101、102によって4分周され( $f_{in}/1267653094073005462601747791616$ )、第100及び第101フリップフロップ103、104によって4分周され( $f_{in}/5070612376292021850406991166464$ )、第102及び第103フリップフロップ105、106によって4分周され( $f_{in}/20282450705168087401627964665856$ )、第104及び第105フリップフロップ107、108によって4分周され( $f_{in}/81129802820672350406511858663424$ )、第106及び第107フリップフロップ109、110によって4分周され( $f_{in}/324519211282689401626047434653696$ )、第108及び第109フリップフロップ111、112によって4分周され( $f_{in}/1298076845130757606504189738614784$ )、第110及び第111フリップフロップ113、114によって4分周され( $f_{in}/519230738052303042601675895445952$ )、第112及び第113フリップフロップ115、116によって4分周され( $f_{in}/2076922952209212170406703581783808$ )、第114及び第115フリップフロップ117、118によって4分周され( $f_{in}/8307691808836848681626814327135232$ )、第116及び第117フリップフロップ119、120によって4分周され( $f_{in}/3323076723534739472650725730854144$ )、第118及び第119フリップフロップ121、122によって4分周され( $f_{in}/13292306894138957890602902923416576$ )、第120及び第121フリップフロップ123、124によって4分周され( $f_{in}/53169227576555831562411611693666304$ )、第122及び第123フリップフロップ125、126によって4分周され( $f_{in}/212676910306223326249646446774665216$ )、第124及び第125フリップフロップ127、128によって4分周され( $f_{in}/850707641224893304998585787098660976$ )、第126及び第127フリップフロップ129、130によって4分周され( $f_{in}/3402830564899573219994343148394643904$ )、第128及び第129フリップフロップ131、132によって4分周され( $f_{in}/13611322259598292879977372593578575616$ )、第130及び第131フリップフロップ133、134によって4分周され( $f_{in}/54445289038393171519909490374314302336$ )、第132及び第133フリップフロップ135、136によって4分周され( $f_{in}/217781156153572686079637961497257209216$ )、第134及び第135フリップフロップ137、138によって4分周され( $f_{in}/871124624614290744318551845989028836864$ )、第136及び第137フリップフロップ139、140によって4分周され( $f_{in}/3484498498457162977274207383956115347328$ )、第138及び第139フリップフロップ141、142によって4分周され( $f_{in}/13937993993828651909106829535824461389312$ )、第140及び第141フリップフロップ143、144によって4分周され( $f_{in}/55751975975314607636427318143297845557248$ )、第142及び第143フリップフロップ145、146によって4分周され( $f_{in}/22300790390125843054570927257319137422976$ )、第144及び第145フリップフロップ147、148によって4分周され( $f_{in}/8920316156050337221828370902927652969184$ )、第146及び第147フリップフロップ149、150によって4分周され( $f_{in}/35681264624201348887313483611710611876736$ )、第148及び第149フリップフロップ151、152によって4分周され( $f_{in}/14272505849680539554925$

熊野寺の生体局部像で反射された胡智鏡パルスは  
エコー-1 反射鏡) となって熊野寺胡智鏡子  
1 で受取られ、電気的に変換された後、可変  
増幅器で増幅された後、図 2 に分岐されて各々  
3, 4, 5, 6 に加えられる。3, 4, 5, 6 は  
図 2 のフロッピー 1, 2, 3, 4 のフロッピー 5, 6 に

• **SW**

—196—

日本特許庁(JP) ⑩

昭62-266040

識別記号	Int. Cl.*	③公開 昭和62年(1987)11月18日
8718-4C	A 61 B 8/08	片内整理番号
W-8752-2C	G 01 N 29/04	

④発明の名称 超音波動態自動計測装置

①特	順	昭61-109384
②出	順	昭61(1986)5月

大田原市下石上1385番の1 株式会社東芝那須工場内  
川崎市幸区堀川町7番地

三、

1. 発明の名称  
越前藩自動計測装置

40 前記サンプリング点附近平段は道路のサンプリング点間の距離を自動計測し出力することが可能で特設される特許請求の範囲内部で、項記號の附帯特許請求の範囲を構成する。

● 我國の電力設備

(発明の目的)  
(産業上の利用分野)  
本発明は、船のある海域体の船速を計測し  
て表示する超音波船速自動計測装置に関するもので  
ある。

(従来の技術)

2

9

—195—

**BEST AVAILABLE COPY**

と共にディジタルスキャンコンバータ(DSC) 23に加えられる後、ディスプレイ24に表示される。複合器21の出力はレコーダ25に記録することもできる。

サンプル点指定手段19によって定められた反射線のサンプル点の情報は、自動演算回路22に与えられ、必要な生体情報信号と重複されて自動例に出力される。

また初期位置設定回路20は反射線の初期サンプル点を設定するためのものである。

次に本発明実施例の作用を説明する。  
いま超音波探針1から距離 $\Delta x$ だけ離れた位置に黒点等の被検体が存在しているとすると、この被検体からの反射線 $\theta(x)$ は次式のように示される。

$$\theta(x) = \theta_0(1) \cos(\omega_0 t - 2kx) \quad \dots(1)$$

ここで、 $\theta_0(1)$ : 超音波パルスの包絡線、  
f: 超音波パルスの周波数

$$(例: f = 3.75 \text{ MHz}, \omega_0 = 2\pi f)$$

k: 生体中の超音波パルスの波数、

8

また、式(1)から $\theta(x)$ は次式のように示される。

$$\theta(x) = \cos^{-1} \left( \frac{\theta_0(1)}{\theta_0(x)} \right) \quad \dots(2)$$

この式から明らかなように、位相 $\theta(x)$ はA/D変換器10a, 10bの出力 $\theta_0, \theta_1$ のA/D変換器10a, 10bの出力 $\theta_0, \theta_1$ の比から計算できることになる。

もし被検体が移動してないならば距離 $x$ は一定なので位相 $\theta(x)$ は変化しない。

一方被検体が移動すると距離 $x$ は変化するので、位相 $\theta(x)$ も変化するようになる。

いま距離 $x$ にある被検体が1レーンの間に超音波パルス方向に $\Delta x$ の距離だけ移動したとすると、このときの位相差 $\Delta\theta(x)$ すなわち位相変化(変位)  $\Delta\theta(x)$ は次式のように示される。

$$\Delta\theta(x) = 2k \cdot \Delta x = \frac{4\pi}{\lambda} \Delta x \quad \dots(3)$$

逆に式(3)で求めた位相 $\theta(x)$ が1レーンで $\Delta\theta(x)$ 変化するればその間に被検体は次式で示される距離 $\Delta x$ 移動したことになる。

10

内容は例えば10ビット、15MHzの条件で動作するよう設定され、前記距離測定回路15の各測定回路11~14は15MHzのクロック等に同期動作される。より具体的には15MHzのクロックを用いることによって、より迅速で高精度の動作を行うことができる。

一方初期位置設定回路16に加えられるA/D変換器10a, 10bの出力は、この位相検出回路19によって反射線の各サンプル(距離 $x$ に相当する)の位相 $\theta(x)$ が算出される。

次に位相差回路17に加えられるその出力はこの位相差回路17によって各サンプルごとの位相差 $\Delta\theta(x)$ が検出され、さらに位相差測定回路18によってその位相差 $\Delta\theta(x)$ は距離 $\Delta x$ に変換される。サンプル点指定手段19は反射線の任意位置のサンプル点を定め、この出力は初期位置検出回路18に加えられる。従って、位相検出回路16の動作はサンプル点指定手段19によって制御される。またサンプル点指定手段19の出力は複合器21に加えられる。前記距離測定回路15の出力

7

$$(k = 2\pi/\lambda),$$

λ: 波長、

この反射線出力は第14図の例で距離測定回路7の出力として得られ、 $\theta_0, \theta_1, \theta_2$ に加えてクワッドラチャー検波された検波式で示されるように出力される。

$$\begin{aligned} \theta_0 &= \theta_0(1, x) \cos \omega_0 t \\ &= \theta_0(1) \cos(\omega_0 t - 2kx) \cos \omega_0 t \\ \theta_1 &= \theta_0(1, x) \sin \omega_0 t \\ &= \theta_0(1) \sin(\omega_0 t - 2kx) \sin \omega_0 t \end{aligned} \quad \dots(4)$$

これらの出力はPP9a, 9bを通過することにより高周波成分が除去された次式で示されるような信号 $\theta_0, \theta_1$ となる。

$$\begin{aligned} \theta_0 &= \theta_0(1) \cos 2kx \\ \theta_1 &= \theta_0(1) \sin 2kx \end{aligned} \quad \dots(5)$$

これらの出力 $\theta_0, \theta_1$ はA/D変換器10a, 10bでディジタル信号に変換されさらに検算される。距離 $x$ にある被検体からの反射線の位相 $\theta(x)$ は、次式のように示される。

$$\theta(x) = 2kx \quad \dots(6)$$

9

1a: 'レーン' プラズマ3.4は、の符号別回路3.3から信号を加えられることにより、第3図に示されるように $\theta_0/\theta_1$ 及び $\theta_2$ の正負の符号によりその回路が指定されて1~10のいずれかの範囲に属するようになる。すなわち位相 $\theta(x)$ は、 $0 \leq \theta(x) < 2\pi$ の範囲内に設定される。この範囲内の位相 $\theta(x)$ の値は各レーンにつき、1レーン内で各クロック毎(距離 $x$ に対応)に演算され、任意距離 $x$ における位相 $\theta(x)$ が出力される。位相 $\theta(x)$ の値の符号は位相差回路17に加えられ、1レーン分のメモリ3.5にメモリされる。1レーン後の新しい位相 $\theta(x)$ の値との差 $\Delta\theta(x)$ が差回路3.6により算出される。この場合位相差 $\Delta\theta(x)$ が0と2 $\pi$ で連続となるので、差が $-\pi$ 以下の場合は2 $\pi$ を加えると共に $\pi$ 以上の場合は2 $\pi$ を差し引くような補正を補正回路3.7によって行う。従って位相回路17から出力される位相差 $\Delta\theta(x)$ の値は、 $-\pi < \Delta\theta(x) \leq \pi$ の範囲に属することになる。この位相差 $\Delta\theta(x)$ に於いて回路1.8によって $\lambda/4\pi$ を掛けることにより

A/D変換器10a, 10bの両出力 $\theta_0, \theta_1$ は第2図のような特定の位相検出回路16に加えられる。前記式(2)に基づいた演算が施される。位相検出回路16に加えられる一方の出力 $\theta_0$ は、逆

数レーン3.1を介して他方の出力 $\theta_1$ と逆数器3.2によって逆数変換回路3.3が算出される。続いて1a: 'レーン' プラズマ3.4によって位相 $\theta(x)$ が算出される。位相 $\theta(x)$ は第3図に示される座標のように0~2 $\pi$ の範囲の値をとることとし、

11

12

前記式(2)に基づいて距離 $x$ の値が得られる。

これら位相 $\theta(x)$ 、位相差 $\Delta\theta(x)$ 及び距離 $\Delta x$ の値はクロック(距離 $x$ )毎に演算される。

演算の基準クロックを15MHzに設定したとすると、1クロックは距離にして0.05mmに相当する。超音波パルス周波数 $f_0$ として3.75MHzを設定したとすると、位相にして $\pi/2$ に相当する。1レーン分全部(例えば距離にして1.5cm)をこのクロック15MHzで演算すると、1レーンにつき3,000(15cm/0.05mm)のデータが得られることになる。距離範囲が非常に大きくなる。

実際には第1図の初期位置設定回路20により指定される測定対象距離はその1/4以下で十分であるため、必要な距離のみを演算すればよいので、データは3,000以下でよい。

第4図はそのような実用上十分精确な位相検出回路16-1の構成を示すもので、15MHzのクロックでA/D変換された出力 $\theta_0, \theta_1$ のうちサンプル点指定手段19及び初期位置設定回路20で指定された距離のみがメモリ3.5に38a, 38b

13

14

$\Sigma \Delta x$ の値	増分値
$-1/8 < \Sigma \Delta x < 1/8$	0
$1/8 \leq \Sigma \Delta x < 1/4$	$1/8$
$-1/4 < \Sigma \Delta x < -1/8$	$1/8$
$1/4 \leq \Sigma \Delta x < 1/2$	$1/4$
$-1/2 < \Sigma \Delta x < -1/4$	$1/4$

各レートをこれらの演算を繰り返してサンプリングポイントメモリ41の初期設定された値( $x_{11}, x_{12}, \dots, x_{1n}$ )のサンプリング点とその値に相当した距離だけ変化し、( $x_{11}, x_{12}, \dots, x_{1n}$ )はサンプリング点の値をそのままで置き換えることになる。この値はメモリ番号と共にデジタルスキャンコンバータ23に送られ、第6図に示すようにライン56として表示される。

第7図は以上の動作をわかり易くタイムチャートで示すもので、マーカー間隔54中の第1のサンプリング点 $x_{11}$ に例をとって示したものである。サンプリング点 $x_{11}$ に対応する心臓が第8図のサンプリング点 $x_{11}$ に動いているとすると、56のように動いているとすると、

16

に加えるようにする。

第7図は増分値が $x_{11}$ の値に追加されて形成された波形を示すもので、初期位置 $x_{11}$ から $1/8$  (0.05) に対して、量子化された値で表している例を示している。これが実際に移動している心臓の第1のサンプリング点 $x_{11}$ の軌跡となる。

( $x_{11}, x_{12}, \dots, x_{1n}$ ) の変化が大きいと8は、この値を第4図の位置抽出回路16-1にフィードバックし、パワフアミメモリ38a, 38bにメモリする領域を位置に付して移動させればよい。

以上第1の領域マーカー $x_{11}, x_{12}, x_{13}, \dots$ について位置が計算される例を説明したが、同様にして第2, 第3の領域マーカーを設定して各々の位置を計算することが出来る。例えば左心室の位置を算出するには、左心室内腔を示す領域マーカー $x_{21}, x_{22}, x_{23}, \dots$ と領域マーカー $x_{11}$ を指定すれば、内径は第1図の計算回路22によって( $x_{21} - x_{11}$ )として自動的に得られ、計算されて出力される。またこの値に基いて同時に算出

18

の位置の計算ができる。また数値演算されているのでパターン認識等の簡便な処理手段を用いることなく自動計算を実現することが出来る。さらにデータを一度メモリに蓄えておき必要に応じて取り出すようにすれば、オフラインでも同様な作用、効果を奏することが出来るので患者のスクリーンを上げる上で有利となる。

#### (発明の効果)

以上述べて明らかにするように本発明によれば、心臓の位置変化を抽出することにより体内組織の運動場所の動きを計算するようにしたので、高精度でかつ自動的に計算することが出来る。

#### 4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明実施例の超音波動脈自動計算装置を示すブロック図、第2図は本発明超音波動脈自動計算装置の各部の構成を示すブロック図、第3図は本発明超音波動脈自動計算装置の動作を示すフローチャート、第4図及び第5図は本発明超音波動脈自動計算装置の各部の構成を示すブロック図、第6図は本発明の作用を説明する

20

19

超音波パターン、第7図は本発明の作用を説明するタイムチャートである。

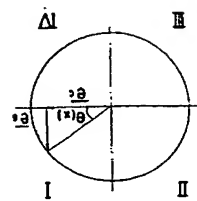
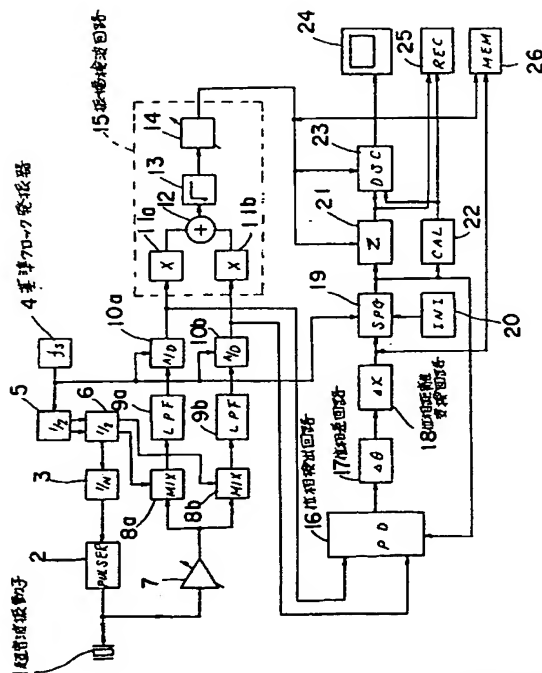
- 1...超音波動脈、4...超音波クロック発振器、8a, 8b...メモリ、10a, 10b...A/D変換器、15...振幅検出回路、16, 16-1...位置抽出回路、17...位置抽出回路、18...位置抽出回路、19...サンプリング位置抽出回路、24...ディスプレイ、38a, 38b...パワフアミメモリ、41...サンプリングポイントメモリ、42...位置メモリ、43...位置演算メモリ、44...比較回路。



代理人 井上 三 海 正 樹

17

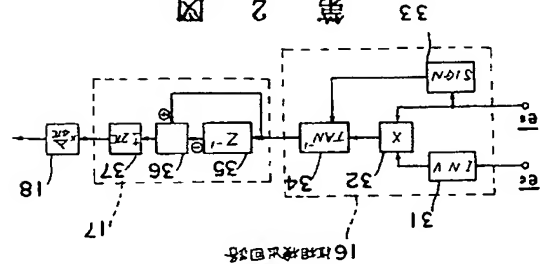
第 1 図



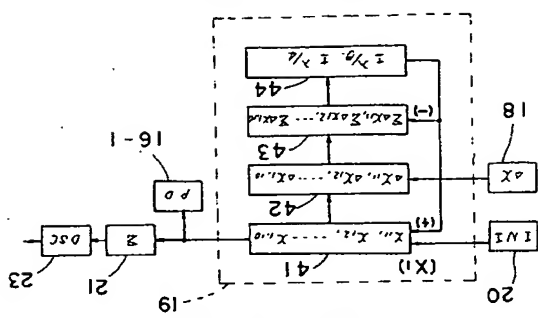
第 3 図

第 1 象限	$0 \sim \pi/2$	正	正
第 2 象限	$\pi/2 \sim \pi$	負	正
第 3 象限	$\pi \sim 3\pi/2$	負	負
第 4 象限	$3\pi/2 \sim 2\pi$	正	負

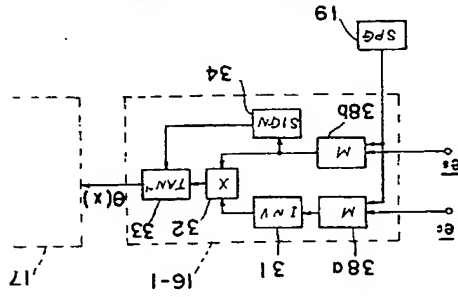
第 2 図

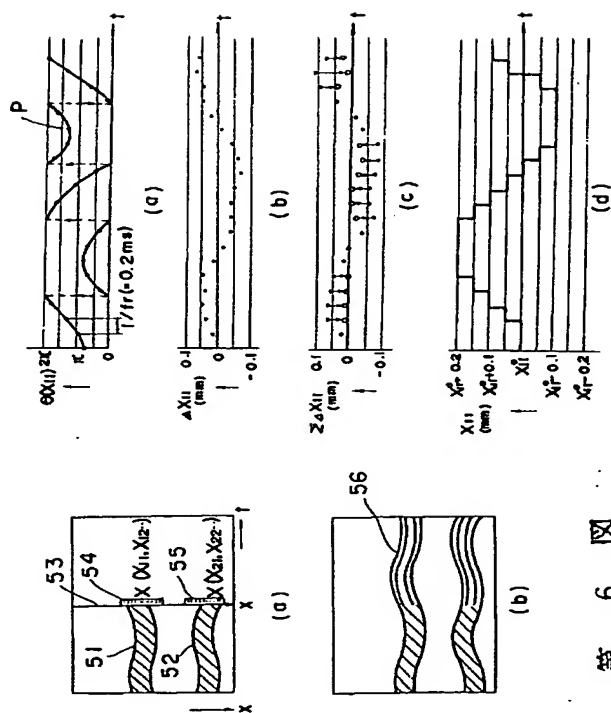


第 5 図



第 4 図





第 6 图

第 7 图

BEST AVAILABLE COPY